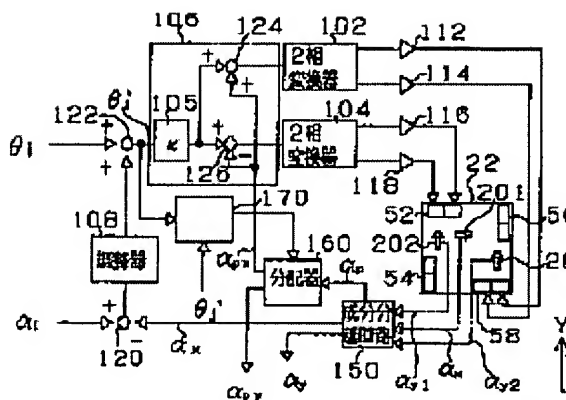


DEVICE FOR POSITIONING PLANE MOTOR

Patent number: JP8006642
Publication date: 1996-01-12
Inventor: AOYAMA YUKIO; others: 02
Applicant: BROTHER IND LTD
Classification:
 - international: G05D3/12; H02K41/02; H02P7/00
 - european:
Application number: JP19940160663 19940620
Priority number(s):

Abstract of JP8006642

PURPOSE: To generate larger torque with more rotation restraint by distributing rotational torque required to restraining a movable member from rotating to an X-directional thrust applying and Y-directional thrust applying means on the basis of the thrust of an X-directional thrust generator and the thrust of a Y-directional thrust generator.
CONSTITUTION: A needle 22 is fitted with three acceleration sensors 201, 202, and 203; and the acceleration sensor 201 detects an X-axial acceleration component α_{phx} and the acceleration sensors 202 and acceleration sensors 203 having the same polarity detect Y-axial acceleration components α_{phay1} and α_{phay2} . Those acceleration components are separated by a component separating circuit 150 into an X-axial, a Y-axial, and a rotational component. A distributor 160 distributes the rotational component α_{phap} from the component separating circuit 150 to (x)-axial and (y)-axial rotational components α_{phapx} and α_{phy} according to an inputted ratio. Linear motors 52 and 58, and 54 and 56 which are arranged deviating from each other generate differences in torque corresponding to the rotational components α_{phapx} and α_{phay} to restrain the needle 22 from rotating.



1 family member for:

JP8006642

Derived from 1 application.

1 DEVICE FOR POSITIONING PLANE MOTOR

Publication info: **JP8006642 A** - 1996-01-12

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁性区域を取り囲む非磁性材料の格子を可動部材と面する面に備える平面部材と、X方向への推力を発生する偏位して配置された一対のX方向推力発生器と、Y方向への推力を発生する偏位して配置された一対のY方向推力発生器とを備える可動部材とから成る平面モータの位置決め装置であって、

前記一対のX方向推力発生器に推力を付与し前記可動部材をX方向へ移動させると共に、推力に差を持たせた回転トルクを付与して前記可動部材の回転力を打ち消させるX方向推力付与手段と、

前記一対のY方向推力発生器に推力を付与し前記可動部材をY方向へ移動させると共に、推力に差を持たせた回転トルクを付与して前記可動部材の回転力を打ち消させるY方向推力付与手段と、

前記可動部材の回転力を検出する回転力検出手段と、

前記回転力検出手段により検出された回転力に基づき決定される可動部材の回転を抑止させるための回転トルクを、前記X方向推力発生器の発生している推力と、前記Y方向推力発生器の発生している推力とに基づき、前記X方向推力付与手段と前記Y方向推力付与手段とに分配する回転トルク分配手段と、を備えることを特徴とする平面モータの位置決め装置。

【請求項2】 前記回転トルク分配手段が、前記X方向推力発生器の発生し得る推力の最大値と発生している推力との差と、前記Y方向推力発生器の発生し得る推力の最大値と発生している推力との差とを比較し、この差の大きな方の推力発生器側の推力付与手段へより大きな回転トルクを分配することを特徴とする請求項1の平面モータの位置決め装置。

【請求項3】 前記回転トルク分配手段が、前記X方向推力発生器の発生している推力と、前記Y方向推力発生器の発生している推力とを比較し、発生している推力が小さい方の推力発生器側の推力付与手段へより大きな回転トルクを分配することを特徴とする請求項1の平面モータの位置決め装置。

【請求項4】 前記回転トルク分配手段が、前記X方向推力発生器の発生している推力と、前記Y方向推力発生器の発生している推力とを指令値を基に決定することを特徴とする請求項2又は3の平面モータの位置決め装置。

【請求項5】 前記回転トルク分配手段が、前記X方向推力発生器の発生している推力と、前記Y方向推力発生器の発生している推力とを可動部材に取り付けられた加速度センサからの加速度信号を基に決定することを特徴とする請求項2又は3の平面モータの位置決め装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、平面モータの位置決め装置に関し、更に詳細には可動子をX軸方向及びY軸方

2

向へ送る平面モータの位置決め装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】現在、位置決め装置や搬送装置用に平面リニアパルスモータが実用化されている。特に位置決め装置においては、制御が容易で、繰返し精度が良いのに加えて、閉ループ制御を用いれば高速性、高トルク性が得られるため平面リニアパルスモータが有効であることが判明している。この平面リニアパルスモータの原理は特公昭53-73号に開示されている。この平面リニアパルスモータの構造について図6、図7、図8を参照して説明する。この平面リニアパルスモータは、図6に示す可動子22と図7に示すブラテン24（平面レール）とから成る。図6に示すように可動子22の底面には4個のリニアモータ52、54、56、58が配置され、リニアモータ52、58がX方向の推力を発生し、リニアモータ54、56がY方向の推力を発生するように構成されている。これらリニアモータ52、54、56、58の推力により、可動子22は、ブラテン24上をXY方向に自在に位置決めされる。なお、該可動子22には、エアーの吹き出し孔60が設けられ、ケーブル340aを介して供給されたエアーが噴出される。これによりエアーベアリングが構成され、可動子22はブラテン24から僅かに浮上する。

【0003】一方、図7に示すようにブラテン24は、磁性体材料である鋼板70の表面にXY軸方向に等間隔に歯72を形成し、この歯72の溝部分72aに非磁性体である例えばエポキシ樹脂74を充填して成る。

【0004】ここで、該平面リニアパルスモータの駆動原理について図8を参照して説明する。図8は、図6に示すリニアモータ56及び図7に示すブラテン24の断面図である。この平面リニアパルスモータは、いわゆる「ソーヤモータ」と呼ばれるPM型のリニアステップモータである。リニアモータ56は、1対の永久磁石80、82と、この永久磁石80、82の端部に配置された磁極611、612、621、622、631、632、641、642と、各磁極の間に設けられた励磁巻線84、86とから成る。2つの永久磁石80及び82によって作り出されるバイアス磁束 Φ_a とバイアス磁束 Φ_b とのブラテン24側への出入りの経路は、励磁巻線84、86によって上記磁極611、612、621、622、631、632、641、642の内から選択される。なお、磁極611と612、621と622、631と632、及び、641と642は、それぞれ逆相に配置されている（ブラテン24に対して $\pi/2$ ずれている。ここで、 π はブラテン24の歯72のピッチ）。また、磁極611と621、631と641の歯の位置関係は、ブラテン24に対して同相であり、そして、磁極611と631とは $\pi/4$ ずらして配置されている。

3

【0005】ここで、例えば、励磁巻線84に図中に示す向きに通電した場合には、この通電電流によって発生する磁束とバイアス磁束 Φ_a は、磁極611及び621では同方向、磁極612及び622では逆方向となるため、バイアス磁束 Φ_a は、主に磁極611及び621を通り、従って、磁極611の歯がプラテン24側の歯と整合するように力が作用する。なお、励磁巻線84、86に流す電流の波形は、矩形波でもよいが、正弦波状に加えることにより滑らかな推力を得ることができる。ここで、図8に示されている安定状態から距離 χ だけ離れた安定点への移動は（但し、 $\chi < \tau$ ）、プラテン24の歯のピッチを一周期（ 2π ）とし、励磁巻線84に $I \cdot \cos(2\pi \cdot \chi / \tau)$ 、また、励磁巻線86に $I \cdot \sin(2\pi \cdot \chi / \tau)$ の電流を流すことにより行い得る（但し、 I は定数）。

【0006】さらには、この任意の位置 χ において、通電電流の位相を進めて、励磁巻線84及び86にそれぞれ、 $I \cdot \cos(2\pi \cdot \chi / \tau + \theta)$ 及び $I \cdot \sin(2\pi \cdot \chi / \tau + \theta)$ の電流を流したときの合計推力 F は、 $Cc \cdot I \cdot \sin(\theta)$ で表される（但し、 θ は所謂ステップモータの進み角、 Cc は定数）。従って、このように励磁巻線84及び86に流す電流位相を変化させることにより、リニアモータ56の推量を任意の位置 χ に対して制御できる。

【0007】図9は、上記従来技術の平面モータの位置決め装置に用いられる制御系を示すブロック図である。可動子22に固定されている4個のリニアモータ52、54、56、58内のX方向のリニアモータ52、58についての制御系のみを図示し説明を行うが、Y方向のリニアモータ54、56についても同様の制御系が備えられている。

【0008】可動子22には、3個の加速度センサ201、202、203が取り付けられており、加速度センサ201はX軸方向の加速度成分 α_x を検出し、同極性の加速度センサ202と加速度センサ203とは、Y軸方向の加速度成分 α_{y1} 及び α_{y2} を検出する。これら加速度成分は、成分分離回路150でX軸方向、Y軸方向、及び、回転成分に分離される。即ち、該成分分離回路150は、X軸方向の加速度成分 α_x をそのままX軸加速度成分 α_x として出力し、Y軸方向の加速度成分 α_{y1} 及び α_{y2} から $(\alpha_{y1} + \alpha_{y2}) / 2$ の演算を行いY軸加速度成分 α_y を出力し、また、Y軸方向の加速度成分 α_{y1} 及び α_{y2} から $(\alpha_{y1} - \alpha_{y2}) / 2$ の演算を行い回転成分 α_p （時計周りを正とする）を出力する。

【0009】この制御系においては、X軸加速度成分 α_x とY軸加速度成分 α_y とをそれぞれX、Y軸にフィードバックしてリニアモータ52、54、56、58の推力の調整を行う。ここで、X軸成分について説明すれば、X軸加速度成分 α_x （フィードバック値）はノード120に加えられ、加速度指令信号 α_1 と比較され、そ

4

の差分が調節器108に加えられゲインの調整を受ける。そして、ノード122に印加され、位置指令信号 θ_1 へ加えられてトルク指令信号 θ_1' が作り出される。なお、この位置指令信号 θ_1 は、可動子22の次の位置を刻々と指令する信号であり、図示しないモータ位置指令装置から送られてくる。また、加速度指令値 α_1 は、該位置指令信号 θ_1 を時間軸で2度微分した値である。トルク指令信号 θ_1' は、調整器106において、まずゲイン調整器105でゲイン調整を受けた後、リニアモータ58用のノード124と、リニアモータ52用のノード126とに分配される。この分配された信号は2相変換器102、104に加えられ、該2相変換器102、104は、分配された信号の値に比例した位置角の正弦波及び余弦波信号を発生する。そして、電流アンプ112、114、116、118が該正弦波及び余弦波信号に基づきリニアモータ52、58の励磁巻線に励磁電流を流す。

【0010】リニアモータ52、58の励磁巻線には、電流アンプ112～118からそれぞれ $I \cdot \cos(2\pi \cdot \chi / \tau + \theta)$ 及び $I \cdot \sin(2\pi \cdot \chi / \tau + \theta)$ の電流が流される。これによるプラテン24との相対位置 χ におけるリニアモータ52、58の推力は、図10に示すステイフネスカーブのように位置角 θ が $\pi/2$ 程度まで位置角 θ に比例するとみなせる。上述したように2相変換器102、104は、任意の入力に比例した位置角の正弦波及び余弦波信号を発生する。従って、2相変換器102、104へ、入力としてリニアモータ52、58の現在位置角へ要求推力に必要な進み角を加えた位置角に相当する信号を加えれば、任意の位置において必要な推力を発生させることができる。このように位置指令信号 θ_1 で可動子22を駆動させることにより、位置指令信号 θ_1 に対して完全に同期した運転を実現している。

【0011】ここで、この可動子22の回転抑圧動作について説明する。成分分離回路150からの回転成分 α_p は、分配器160に加えられX軸リニアモータ用の回転成分 α_{px} （ $\alpha_p/2$ ）とY軸リニアモータ用の回転成分 α_{py} （ $\alpha_p/2$ ）とに均等に分割される。そして、該分配器160からX軸用の回転成分（ $\alpha_p/2$ ）が上述したX軸用の調整器106側へ出力される。該調整器106では、ノード124において該回転成分（ $\alpha_p/2$ ）がトルク指令信号 θ_1' に加算され、そして、ノード126において該 $\alpha_p/2$ がトルク指令信号 θ_1' から減算される。この結果、互いに偏位して配置されたリニアモータ52とリニアモータ58とに発生するトルクに、上記回転成分 $\alpha_p/2$ に相当する差が発生し、可動子22の回転を抑圧する。なお、分配器160で分割されたY軸用の回転成分 $\alpha_p/2$ は、図示しないY軸用の調節器に加えられ、リニアモータ54とリニアモータ56とに発生するトルクに、上記回転成分 $\alpha_p/2$

5

($\alpha p/2$)に相当する差を発生させ、可動子22の回転の抑圧を同様に行う。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の方式では、分配器160で加速度の姿勢制御成分(回転成分 αp)を均等にX軸及びY軸のフィードバック量として振り分けるため、リニアモータで発生させ得るトルクを十分に活用していなかった。図11は、可動子22に取り付けられたリニアモータ52(X1)、リニアモータ58(X2)、リニアモータ54(Y1)、リニアモータ56(Y2)のトルクの使用状況を示している。図中で、実線は軸方向の推力成分(モータ移動トルク)を、点線は回転を抑止させるため回転抑止成分(回転抑止トルクC)を表している。また、 F_m は最大発生トルク(図10に示すスティフネスカーブの $\theta=\pi/2$ で発生するトルク)で、これはリニアモータ52、54、56、58で同じ値であり、リニアモータの仕様によって一義的に定まる値である。ここで、可動子22に発生する回転力は、可動子22の使用環境により決定される値であるため、上記回転抑止トルクCは、平面モータの設計時に予想される回転力に対して回転が発生しないのに十分な値、即ち、上限値が定められる。そして、図11に示すように、上記最大発生トルク F_m から回転抑止トルクCを引いた値が、各軸の移動用に用い得る使用最大トルク F_1 となる。

【0013】図11は、X軸方向に最大の推力を発生しているが、Y軸方向にはあまり大きな推力を発生していない状態を示している。またここでは、上限値に相当する回転抑止トルクCがそれぞれX軸方向及びY軸方向に加えられている。この図11から分かるように、X軸方向にはリニアモータ58(X2)の最大発生トルク F_m まで使用しているが、Y軸方向にはリニアモータ56(Y2)の最大発生トルク F_m まで、図中Rで示す分だけ余裕がある。このため従来の制御方式では、全体としてトルクの使用率が低かった。

【0014】本発明は、上述した課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、より大きな回転抑止のトルクを発生させ得る平面モータの位置決め装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明の平面リニアパルスモータ駆動装置では、磁性区域を取り囲む非磁性材料の格子を可動部材と面する面に備える平面部材と、X方向への推力を発生する偏位して配置された一対のX方向推力発生器と、Y方向への推力を発生する偏位して配置された一対のY方向推力発生器とを備える可動部材とから成る平面モータの位置決め装置であって、前記一対のX方向推力発生器に推力を付与し前記可動部材をX方向へ移動させると共に、推力に差を持たせた回転トルクを付与して前記可動部材の回

6

転力を打ち消させるX方向推力付与手段と、前記一対のY方向推力発生器に推力を付与し前記可動部材をY方向へ移動させると共に、推力に差を持たせた回転トルクを付与して前記可動部材の回転力を打ち消させるY方向推力付与手段と、前記可動部材の回転力を検出する回転力検出手段と、前記回転力検出手段により検出された回転力に基づき決定される可動部材の回転を抑止させるための回転トルクを、前記X方向推力発生器の発生している推力と、前記Y方向推力発生器の発生している推力とに基づき、前記X方向推力付与手段と前記Y方向推力付与手段とに分配する回転トルク分配手段と、を備えることを特徴とする。

【0016】また上記目的を達成するため、本発明の平面リニアパルスモータ駆動方法では、好適な態様において、前記回転トルク分配手段が、前記X方向推力発生器の発生し得る推力の最大値と発生している推力との差と、前記Y方向推力発生器の発生し得る推力の最大値と発生している推力との差とを比較し、この差の大きな方の推力発生器側の推力付与手段へより大きな回転トルクを分配することを特徴とする。

【0017】また上記目的を達成するため、本発明の平面リニアパルスモータ駆動方法では、好適な態様において、前記回転トルク分配手段が、前記X方向推力発生器の発生している推力と、前記Y方向推力発生器の発生している推力とを比較し、発生している推力が小さい方の推力発生器側の推力付与手段へより大きな回転トルクを分配することを特徴とする。

【0018】

【作用】上記のように構成された平面モータの位置決め装置では、回転トルク分配手段が、X方向推力発生器の推力とY方向推力発生器の推力とに基づき、可動部材の回転抑止に必要な回転トルクをX方向推力付与手段とY方向推力付与手段とに分配する。従来は、X方向推力付与手段とY方向推力付与手段とに均等に分配していたため、X方向推力発生器とY方向推力発生器との推力の最大値により与え得る回転トルクの大きさが制限を受けたのに対して、本発明は、かかる制限を受けることなく高い回転トルクを発生させることができ、平面モータの回転の抑止を強力に行うことができる。

【0019】また、本発明の平面モータの位置決め装置では、好適な態様において、回転トルク分配手段が、X方向推力発生器の発生し得る推力の最大値と発生している推力との差と、Y方向推力発生器の発生し得る推力の最大値と発生している推力との差とを比較し、この差の大きな方の推力発生器側の推力付与手段により大きな回転トルクを分配する。このため、発生し得る推力の最大値と発生している推力との差が大きい、即ち、より大きな推力を発生し得る推力発生器側に大きな回転トルクを発生させるため、X方向推力発生器とY方向推力発生器とで発生し得る回転トルクを高めることができる。

7

【0020】また、本発明の平面モータの位置決め装置では、好適な態様において、回転トルク分配手段が、前記X方向推力発生器の発生している推力と、前記Y方向推力発生器の発生している推力とを比較し、発生している推力が小さい方の推力発生器側の推力付与手段により大きな回転トルクを分配する。このため、現在発生している推力が小さく、より大きな推力を発生し得る推力発生器側に大きな回転トルクを発生させるため、X方向推力発生器とY方向推力発生器とで発生し得る回転トルクを高めることができる。

【0021】

【実施例】以下、本発明を具体化した実施例を図1～図8を参照して説明する。図1及び図2は、本発明の第1実施例に係る平面モータの位置決め装置の制御系を示すブロック図である。この第1実施例の位置決め装置は、従来技術の説明において図6～図9を参照して前述した平面モータの位置を制御する。なお、可動子22に固定されている4個のリニアモータ52、54、56、58内のX方向のリニアモータ52、58の制御系については図1に示し、Y方向のリニアモータ54、56の制御系については図2に示す。

【0022】可動子22には、3個の加速度センサ201、202、203が取り付けられており、加速度センサ201はX軸方向の加速度成分 α_x を検出し、同極性の加速度センサ202と加速度センサ203とは、Y軸方向の加速度成分 α_{y1} 及び α_{y2} を検出する。これら加速度成分は、成分分離回路150でX軸方向、Y軸方向、及び、回転成分に分離される。即ち、該成分分離回路150は、X軸方向の加速度成分 α_x をそのままX軸加速度成分 α_x として出力し、Y軸方向の加速度成分 α_{y1} 及び α_{y2} から $(\alpha_{y1} + \alpha_{y2}) / 2$ の演算を行いY軸加速度成分 α_y を出力し、また、Y軸方向の加速度成分 α_{y1} 及び α_{y2} から $(\alpha_{y1} - \alpha_{y2}) / 2$ の演算を行い回転成分 α_p （時計回りを正とする）を出力する。

【0023】この制御系においては、X軸加速度成分 α_x とY軸加速度成分 α_y とをそれぞれX、Y軸にフィードバックしてリニアモータ52、54、56、58の推力の調整を行う。まず、X軸成分について説明すれば、X軸加速度成分 α_x （フィードバック値）はノード120に加えられ、X軸方向の加速度指令信号 α_i と比較され、その差分が調節器108に加えられゲインの調整を受ける。そして、ゲイン調整を受けた差分が、ノード122に印加され、位置指令信号 θ_i へ加えられてトルク指令信号 θ_i' が作り出される。なお、この位置指令信号 θ_i は、可動子22の次のX軸上の位置を刻々と指令する信号であり、図示しないモータ位置指令装置から送られてくる。また、加速度指令値 α_i は、該位置指令信号 θ_i を時間軸で2度微分した値である。トルク指令信号 θ_i' は、調整器106において、まずゲイン調整器105でゲイン調整を受けた後、リニアモータ58用の

8

ノード124と、リニアモータ52用のノード126とに入力される。このトルク指令信号は2相変換器102、104へ加えられる。該2相変換器102、104は、トルク指令信号の値に比例した位置角の正弦波及び余弦波信号を発生する。そして、電流アンプ112、114、116、118が該正弦波及び余弦波信号に基づきリニアモータ52、58の励磁巻線に励磁電流を流す。

【0024】次に、Y軸成分について図2を参照して説明する。Y軸加速度成分 α_y （フィードバック値）はノード220に加えられ、Y軸方向の加速度指令信号 α_j と比較され、その差分が調節器208に加えられゲインの調整を受け、そして、ノード222に印加され、Y軸の位置指令信号 θ_j へ加えられてトルク指令信号 θ_j' が作り出される。なお、この位置指令信号 θ_j は図示しないモータ位置指令装置から送られてくる。トルク指令信号 θ_j' は、調節器206において、まずゲイン調整器205でゲイン調整を受けた後、リニアモータ56用のノード224と、リニアモータ54用のノード226とに入力される。このトルク指令信号は2相変換器202、204に加えられる。該2相変換器202、204は、トルク指令信号の値に比例した位置角の正弦波及び余弦波信号を発生する。そして、電流アンプ212、214がリニアモータ56に、また、電流アンプ216、218がリニアモータ54に対して該正弦波及び余弦波信号に基づき励磁電流を流す。

【0025】リニアモータ52、54、56、58の励磁巻線には、電流アンプ112～218からそれぞれ $I \cdot \cos(2\pi \cdot x / \tau + \theta)$ 及び $I \cdot \sin(2\pi \cdot x / \tau + \theta)$ の電流が流される。これによるブラテン24との相対位置 x におけるリニアモータの推力は、図1に示すスティフネスカーブのように位置角 θ が $\pi/2$ 程度まで位置角 θ に比例するとみなせる。上述したように2相変換器102、104、202、204は、任意の入力に比例した位置角の正弦波及び余弦波信号を発生する。従って、2相変換器102～204へ、入力としてリニアモータ52の現在位置角へ要求推力に必要な進み角を加えた位置角に相当する信号を加えれば、任意の位置において必要な推力を発生させることができる。このように位置指令信号 θ_i 、 θ_j で可動子22をX、Y軸方向へ駆動させることにより、位置指令信号 θ_i 、 θ_j に対して完全に同期した運転を実現している。

【0026】ここで、この可動子22の回転抑圧について説明する。まず、第1実施例のトルク余裕値算出回路170の動作について図1乃至図3を参照して説明する。このトルク余裕値算出回路170には、ノード122の出力側からX軸側のトルク指令信号 θ_i' が加えられるとともに、ノード222の出力側からY軸側のトルク指令値 θ_j' が加えられる。当該トルク余裕値算出回路170は、まず、X軸について、予め設定されている

9

最大発生トルク F_m からトルク指令信号 θ_1' を引いたトルク余裕値 R_x を求める (図3参照)。同様に、Y軸について予め設定されている最大発生トルク F_m からトルク指令値 θ_j' を引いたトルク余裕値 R_y を求める。そして、X軸のトルク余裕値 R_x とY軸のトルク余裕値 R_y との比を分配器160側へ出力する。

【0027】分配器160は、成分分離回路150からの回転成分 α_p を該入力された比に応じてX軸用の回転成分 α_{px} とY軸用の回転成分 α_{py} とに分配する。即ち、図3に示すように、トルク余裕値の小さなX軸側への配分を小さくした α_{px} ($\alpha_p \cdot R_x / (R_x + R_y)$) をX軸側の調節器106のノード124、126へ出力すると共に、トルク余裕値の大きなY軸側への配分を大きくした α_{py} ($\alpha_p \cdot R_y / (R_x + R_y)$) をY軸側の調節器206のノード224、226へ出力する。X軸側の調整器106では、ノード124において該 ($\alpha_p \cdot R_x / (R_x + R_y)$) がトルク指令信号 θ_1' に加算され、そして、ノード126において該 ($\alpha_p \cdot R_x / (R_x + R_y)$) がトルク指令信号 θ_1' から減算される。この結果、互いに偏位して配置されたリニアモータ52とリニアモータ58とに発生するトルクに、上記回転成分 α_{px} ($\alpha_p \cdot R_x / (R_x + R_y)$) に相当する差が発生し、可動子22の回転を抑圧する。同様に、Y軸側の調節器206では、ノード224において ($\alpha_p \cdot R_y / (R_x + R_y)$) がトルク指令信号 θ_j' に加算され、そして、ノード226において該 ($\alpha_p \cdot R_y / (R_x + R_y)$) がトルク指令信号 θ_j' から減算される。この結果、リニアモータ54とリニアモータ56とに発生するトルクに、上記回転成分 α_{py} ($\alpha_p \cdot R_y / (R_x + R_y)$) に相当する差が発生して可動子22の回転を抑圧する。

【0028】従来技術では、図11を参照して前述したように使用最大トルク F_1 を大きくするため、予想される可動子22の回転力に対応し得る必要最小限の値に回転抑止トルク C を設定していたのに対して、上述した実施例では、図3に示すように使用最大トルク F_1 を小さくすることなく回転抑止トルク C を大きくすることができる。このため、可動子22の回転を防ぎ、姿勢制御の安定を図ることが可能となる。

【0029】次に、本発明の第2実施例について図4、図5を参照して説明する。図4は、第2実施例に係る平面モータの位置決め装置の制御系を示すブロック図である。この第2実施例でも、第1実施例と同様に図6～図9を参照した平面モータの位置を制御する。なお、可動子22に固定されている4個のリニアモータ52、54、56、58内のX方向のリニアモータ52、58の制御系についてのみ図示及び説明を行うが、Y方向のリニアモータ54、56の制御系についてもX方向と同様に制御される。また、この第2実施例において、第1実施例の同様な部材については同様な参照符号を用いる

10

と共にその説明を省略する。

【0030】前述した第1実施例においては、トルク指令信号 θ_1' 、 θ_j' に応じて回転抑止トルク (回転成分 α_p のフィードバック量) を分配したが、この第2実施例においては、加速度センサ201、202、203からの加速度成分 α_x 、 α_y に応じて、回転抑止トルク (回転成分 α_p のフィードバック量) を分配する。即ち、成分分離回路150からのX軸方向の加速度成分 α_x と、Y軸方向の加速度成分 α_y とが分配器260へ加えられるように構成されており、該分配器260は、回転成分 α_p をX軸側の加速度成分 α_x に逆比例させた $\alpha_p \cdot \alpha_y / (\alpha_x + \alpha_y)$ の値をX軸側の調節器106のノード124、126へ出力し、また、回転成分 α_p をY軸側の加速度成分 α_y に逆比例させた $\alpha_p \cdot \alpha_x / (\alpha_x + \alpha_y)$ の値をY軸側の調節器 (図示せず) へ出力する。X軸側の調整器106では、ノード124において該 ($\alpha_p \cdot \alpha_y / (\alpha_x + \alpha_y)$) がトルク指令信号 θ_1' に加算され、そして、ノード126において該 ($\alpha_p \cdot \alpha_y / (\alpha_x + \alpha_y)$) がトルク指令信号 θ_1' から減算される。この結果、互いに偏位して配置されたリニアモータ52とリニアモータ58とに発生するトルクに、上記回転成分 ($\alpha_p \cdot \alpha_y / (\alpha_x + \alpha_y)$) に相当する差が発生し、可動子22の回転力の抑圧を行う。同様に、Y軸側の調節器は、($\alpha_p \cdot \alpha_x / (\alpha_x + \alpha_y)$) の値がトルク指令信号 θ_j' に加減算される。この結果、リニアモータ54とリニアモータ56とに発生するトルクに、上記回転成分 ($\alpha_p \cdot \alpha_x / (\alpha_x + \alpha_y)$) に相当する差が発生して可動子22の回転力の抑圧を行う。

【0031】図5は、上述した第2実施例の位置決め装置によるトルク分配を示している。この例では、X軸方向のリニアモータ52 (X1)、58 (X2) は、使用最大トルク F_1 を発生して可動子22をX軸方向に送っているが、Y軸方向のリニアモータ54 (Y1)、56 (Y2) はY軸方向のトルクを殆ど発生していない例を示している。上述したように第2実施例では回転抑止力を各軸の推力と逆比例させるために、図5に示すよう回転抑止トルクは、Y軸側のリニアモータ54 (Y1)、56 (Y2) にのみ発生していることが分かる。この第2実施例では、可動子22を一方の軸上に送り、他方の軸上に送らないとき、当該他方の軸上のみで回転抑止力を発生するため、高い制御安定性を実現できる。

【0032】上述した第1実施例では、回転抑止力を指令値を基に分配するため複雑な計算を必要とせず、分配が容易である利点があり、第2実施例では、回転抑止力を加速度を基に分配するため正確にリニアモータの出力に応じて分配が可能である利点がある。また、上述した第1、第2実施例では、平面モータに大きな回転力が発生しないことが予測され、回転抑止トルク C を低い値に設定し得る場合には、発生させる使用最大トルク F_1

(図3及び図5参照)を最大発生トルク F_m に近い値にすることができるため、平面モータの使用最大トルク F_1 、即ち、X軸、Y軸への推力を高めることができる。

【0033】なお、以上説明した第1、第2実施例では、各部品を電子回路で構成する例について説明したが、上記構成は、高速の演算機能を有するプロセスユニットを用いたソフトウェアサーボユニットによっても実現可能である。また、上述した実施例では、X軸とY軸とに回転抑止トルクを分配する例として、トルクの余裕値に比例させる例と、発生トルクに逆比例させる例とを示したが、回転抑止トルクの分配は種々の方法により行い得ることは言うまでもない。

【0034】

【効果】以上説明したように、本発明の平面モータの位置決め装置によれば、回転抑止力を高めることができるので、可動子の姿勢制御における安定性を高めることが可能となる。また、本発明は、平面モータに発生させ得るトルクを有効に活用することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例に係る位置決め装置の制御系を示すブロック図である。

【図2】図1の位置決め装置の制御系を示すブロック図

である。

【図3】第1実施例のトルク分配を示すグラフである。

【図4】第2実施例に係る位置決め装置の制御系を示すブロック図である。

【図5】第2実施例のトルク分配を示すグラフである。

【図6】可動子の斜視図である。

【図7】平面レールの一部きり欠き斜視図である。

【図8】図6及び図7の断面図である。

【図9】従来技術の制御系を示すブロック図である。

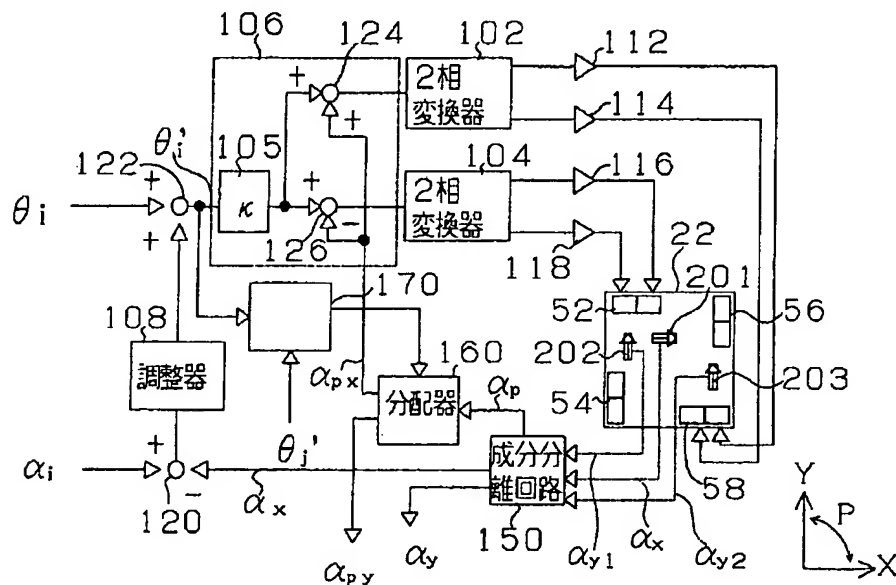
【図10】位置角と発生トルクとの関係を示すグラフである。

【図11】従来技術のトルク分配を示すグラフである。

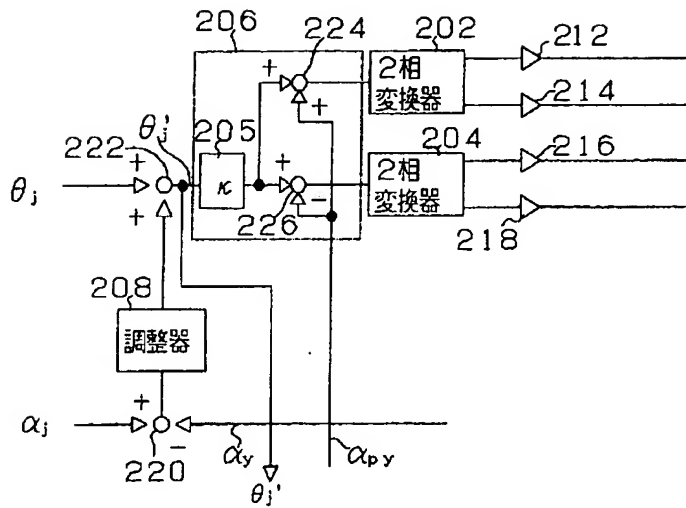
【符号の説明】

- 22 可動子
- 24 プラテン
- 52 リニアモータ
- 56 リニアモータ
- 102 2相変換器
- 160 分配器
- 170 トルク余裕値算出回路
- 260 分配器

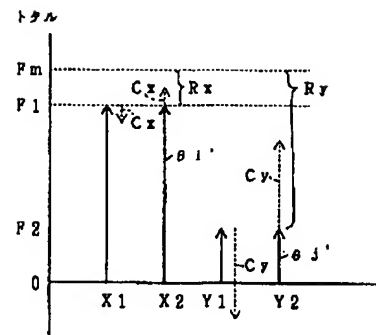
【図1】



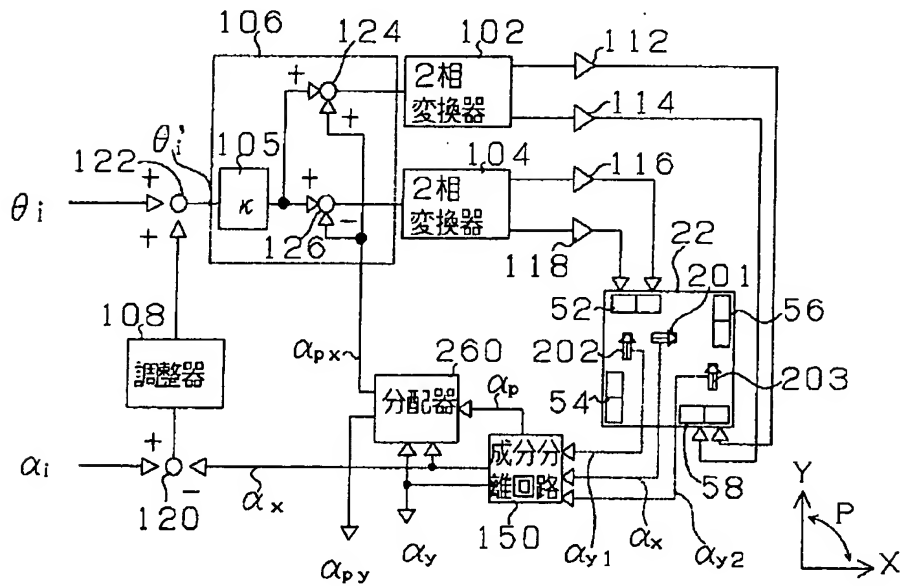
【図2】



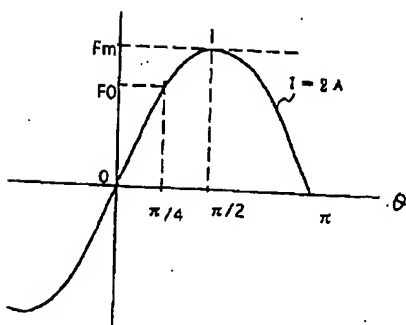
【図3】



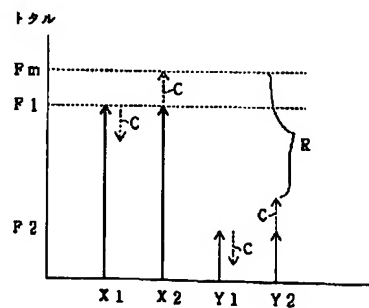
【図4】



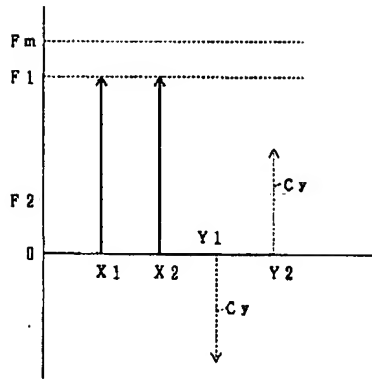
【図10】



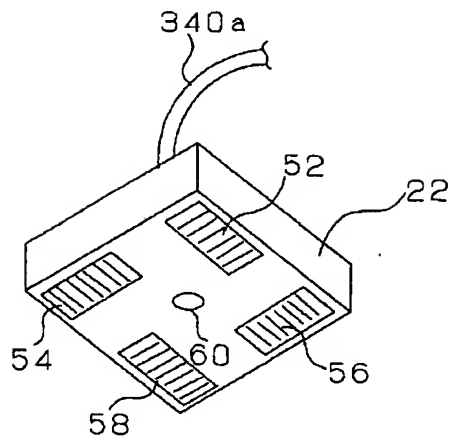
【図11】



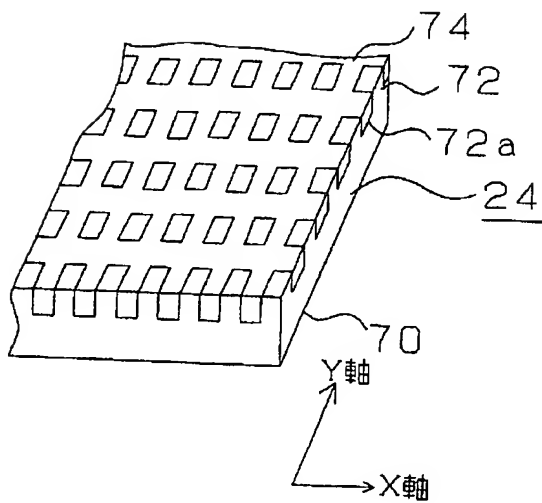
【図5】



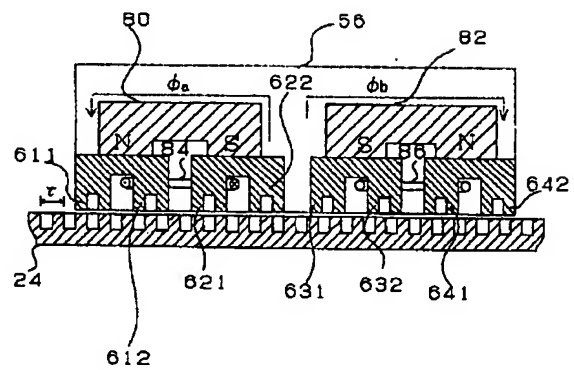
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

